

浅析预制花槽复合生态护岸在黄浦江堤岸的应用

郭伟华 舒栋泉 杨龙

中铁五局集团有限公司, 中国·湖南 长沙 410000

摘要: 黄浦江作为上海的母亲河, 穿越上海市中心城区, 其兼具防洪、供水、排水、航运、生态、景观、旅游等多重功能。随着城市化进程加快, 传统硬质护岸虽在防洪安全上成效显著, 却割裂了水陆生态联系, 导致生物多样性下降、水体自净能力减弱等问题。因此, 在黄浦江中上游堤防防洪能力提升工程中考虑的问题也不再简单地局限于防洪、除涝、航运、水调度等传统功能, 还要考虑生态的可持续发展, 论文结合黄浦江项目中预制花槽复合生态护岸的应用实例分享生态护岸的一些思考。

关键词: 黄浦江; 堤防; 预制花槽; 生态护岸

A Brief Analysis of the Application of Prefabricated Flower Trough Composite Ecological Revetment in the Huangpu River Embankment

Weihua Guo Dongquan Shu Long Yang

China Railway Fifth Group Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: As the mother river of Shanghai, the Huangpu River runs through the central urban area of Shanghai and serves multiple functions, including flood control, water supply, drainage, navigation, ecology, landscape, and tourism. With the accelerated urbanization process, although traditional hard revetments have achieved remarkable results in flood safety, they have severed the ecological connection between land and water, leading to problems such as a decline in biodiversity and a weakening of the water's self-purification ability. Therefore, in the project of enhancing the flood-control capacity of the embankments in the middle and upper reaches of the Huangpu River, the considerations are no longer simply limited to traditional functions such as flood control, waterlogging removal, navigation, and water regulation. Instead, ecological sustainable development also needs to be taken into account. This paper shares some insights on ecological revetments based on the application example of precast flower trough composite ecological revetments in the Huangpu River project.

Keywords: Huangpu River; levee; prefabricated planter box; ecological revetment

0 前言

随着城市化进程的加速, 城市河流的生态建设已成为水利行业的新理念与发展方向。黄浦江作为上海的母亲河, 不仅是城市航运、排水和防洪防汛的重要通道, 更是承载城市历史文化、提供市民游憩休闲的滨水空间。如今, 城市河道的功能定位已不再局限于传统的防洪、除涝、航运和水调度, 而是需要向多功能融合的方向发展, 体现新时代的治水思路。然而, 堤防修筑往往会对河道两岸的自然景观造成一定程度的破坏, 且设计多以坚固性和防洪为首要目标, 这在一定程度上限制了生态与景观的协调发展。因此, 如何在保障防洪安全的同时, 兼顾生态、景观与人文功能, 成为城市河道治理的重要课题。生态堤防建设可以规避此类问题, 兼顾两边, 既能够最大化地阻挡洪水, 又能够严防破坏生物的栖息地^[1]。

因此, 黄浦江护岸改造需兼顾生态修复与城市发展需求, 打造一种可持续发展的生态护岸模式。生态堤防设计要摒弃重经济发展轻绿色发展的错误思路, 要牢固贯彻绿色发展、科学发展、平衡发展的现代发展理念^[2]。

1 黄浦江堤防护岸现状与提升思路

1.1 传统护岸的局限性

生态阻隔: 直立式桩板+混凝土、块石挡墙护岸阻碍水土交换, 导致水生植物与动物栖息地丧失, 微生物和动植物难以生存, 生物多样性下降。

景观单一性: 硬质化结构缺乏亲水性和美学价值, 与城市滨水空间发展不匹配。

长期维护成本高: 传统护岸需要定期维护(如修补混凝土裂缝、加固挡墙等), 结构老化加剧, 维护成本高, 传统修复方式难以适应气候变化与生态韧性需求。

1.2 生态护岸改造的紧迫性

黄浦江传统的护岸使黄浦江水质自净能力削弱, 有一部分原因是河道与土壤的隔离导致天然渗透和过滤功能退化, 加剧水质恶化。同时, 硬质材料如混凝土中的添加剂还可能污染水质。

1.3 生态护岸改造的核心原则

稳定性优先: 护岸需抵御洪水冲刷、风雨侵蚀等自然荷载, 首要任务是确保防洪排涝能力, 优先采用天然材料等

抗冲刷材料与柔性结构结合的模式。

生态性修复：重建水陆过渡带，通过植被、堆石等营造生物栖息空间。考虑水位变幅选择耐淹植物，设计可调节结构适应河道自然演变。

因地制宜设计：结合河道宽度、岸线空间及周边用地条件选择改造方案。

2 预制花槽复合生态型护岸

黄浦江中上游堤防防洪能力提升工程（一期）堤防加高加固长度约为 50km，加高约 0.76m，本工程旨在全面提升黄浦江中上游区域的防洪能力，保障沿岸地区的安全与稳定。

2021 年台风“烟花”影响期间，恰逢天文高潮，上海市面临“台风、暴雨、高潮、洪水”四重叠加的极端局面，形势异常严峻。监测数据显示，黄浦公园站水位达到 5.49m，创下历史第三高水位纪录。此外，从杨思站往上游的黄浦江干流及上游开流支流的所有水文测站水位均突破历史新高，全面刷新了上海境内黄浦江流域的水位记录。其中，米市渡站创历史新高高达 4.79m（超历史最高水位达 20cm），给黄浦江堤防设施运行安全带来极大挑战^[3]。

论文结合黄浦江中上游堤防防洪能力提升工程项目，分析一种传统护岸与生态护岸相结合的复合生态护岸。

护岸基础内排桩采用钻孔灌注桩，外排桩采用 U 型钢板桩，底板为 60cm 厚钢筋混凝土，底板顶面标高 3.4m。

底板上面设置 2 层预制花槽生态框，生态框采用螺栓连接成整体，迎水面采用波浪形以减小黄浦江水面波浪的冲击，生态框内部回填绿化土种植水生植物，生态框标高 4.4m。生态框后面设置无砂混凝土小挡墙，小挡墙后面为堤顶素土填筑至 6m 的堤顶高程。其中，无砂混凝土小挡墙与素土之间设置土工布反滤层，堤岸护坡设置一层土工保护毯，土工保护毯上面铺设 30cm 绿化土，种植水生植物。

黄浦江属于外河，承担了上海市 98% 外贸运输功能，水上交通非常繁忙，河岸冲刷比较严重，因此护岸外排桩采用 U 型钢板桩全封闭，防止了水流的冲刷，保持护岸护坡稳定。结合黄浦江平均高潮位 3.25m 的标高，底板标高 3.4m 可以满足日常高潮位的冲刷需求。

底板上生态框标高为 4.4m，属于设计最高通航水位，生态框采用混凝土预制，外立面为波浪形具有很强的抗冲刷能力，属于堤防的第一级迎水结构，水位再往上升（洪水）就需要第二级迎水结构——斜坡护岸来发挥防汛功能了。

斜坡护岸上设置一层土工保护毯，土工保护毯的原理主要基于其优良的透水性、抗冲刷性和稳定性，其可有效地分散水流对边坡的冲击力，降低水流对土壤的侵蚀作用，从而起到保护河岸的作用。同时，土工保护毯还具有良好的保温性能，能够有效地减少冻融破坏，提高边坡的稳定性。

土工保护毯上种植水生植物，形成生态护坡，是一种基于水生植物为主要护坡结构的生态护坡技术。与传统护坡

技术相比，生态护坡不仅能够增强岸坡稳定性和防止水土流失，还具有以下显著优势：

近自然：通过水生植物的生长，模拟自然生态系统，提升岸坡的生态价值；

低成本：材料及施工成本相对较低，经济性更优；

施工简便：施工过程相对简单，易于操作和维护；

效果显著：能够快速形成稳定的护坡结构，效果持久且明显。

这种技术不仅实现了工程护坡的功能，还兼顾了生态修复与环境保护，是一种可持续发展的护坡解决方案。此技术成功地解决了绿化与硬化的矛盾，对于营造城镇生态景观、改善人居环境具有积极作用，已经逐步成为侵蚀控制和生态修复的新方法^[4]。

由于斜坡护岸设置有土工保护毯+绿植，生态框后面设置有无砂混凝土+土工布，水可以进入陆地但不会造成水土流失。

由此可见，底板以下结构属于传统型护岸，底板以上属于生态型护岸。

3 生态护岸应用的优点与不足

这种复合型护岸形式多以两级或多级堤防的形式出现，复合式堤防的第一级迎水结构常设计为在高水位工况下可形成临时淹没的状态。该类型的结构在满足了城市多层次视觉效果和市民亲水体验的基础上保留了一定的水、陆生态系统交互通道，既提高了居民的滨水感受，满足了城市亲水要求，也使得河流生态系统与滨河两栖动植物之间的沟通得以存续，比较满足生态堤防的理念。

但透水的堤防护岸往往适用于受水闸控制水位的内河，而黄浦江属于外河，首要目标为防洪除涝，常常会出现水位高于一级墙高程的汛情，透水式结构带来的防渗长度不足也会带来巨大的渗水隐患。

3.1 生态护岸的优点

3.1.1 生态功能恢复

生态护岸通过其“可渗透性”界面，允许河岸与河流水体之间的水分交换，从而有助于恢复河流的自然生态功能。这种设计有助于维持河流的生态平衡，为水生生物提供适宜的栖息环境。

3.1.2 防洪功能增强

生态护岸通过使用自然材料（如土壤和植物）构建“可渗透性”界面，显著增强了防洪功能。当洪水来袭时，洪水能够通过坡面植被向堤内大量渗透并储存，从而有效缓解洪峰压力，降低洪水对堤防的直接冲击。

3.1.3 景观美化

生态护岸与周围环境相协调，形成优美的河道景观。这种设计有助于提升城市形象，为人们提供休闲娱乐的好去处。

生态护岸上的植被和自然景观能够增加城市的绿地面

积,改善城市生态环境。

3.2 生态护岸的不足

3.2.1 水土流失问题

由于生态护岸是水体直接与土壤接触,水体的流动冲刷可能会带走部分河岸泥土,导致水土流失问题。这可能会影响河道的基本功能,如降低河道的蓄水能力等。

为了有效防止水土流失,护岸工程通常需要种植根系发达的植物。然而,这类植物在枯水期可能会加剧旱情,因为它们需要充足的水分才能维持生长和存活。这种矛盾现象需要在设计和实施护岸方案时予以充分考虑,以平衡生态保护与水资源管理的需求。

3.2.2 管理难度增加

生态护岸工程通常会在河道两侧种植大量植物,以提升景观效果和生态功能。然而,部分区域为追求视觉美观,盲目引入外来物种,这需要定期养护以维持良好的河道景观,但同时也耗费了大量的人力、物力和财力。如果管理不善,可能会导致杂草丛生、植被杂乱无章等问题,不仅破坏河道景观,还会削弱其生态功能。

3.2.3 植被选取适用性不佳

护岸植被的选择需与河道特点和护岸功能高度匹配,做到因地制宜。具体而言:山丘区河道:由于流速快、水位变幅大、冲刷力强,宜选用根系发达、抗冲刷能力强、耐贫瘠的植物,以增强护岸的稳定性和抗侵蚀能力;平原区河道:由于流速较缓、水位变幅小、水质较差,应优先选择耐水淹、净化水质能力强的植物,以改善水质并适应长期水淹环境。对于人口集中聚集区的城镇河道,由于观赏要求景观和休闲功能,宜采用观赏价值较高的植物^[9]。

3.2.4 城市中的局限性和限制性

在城市中,实现河道的生态性通常需要占用较大面积的土地用于绿化种植,但在“寸土寸金”的城市环境中,这一需求往往难以满足。此外,为了让人们能够更亲近水体,许多生态护岸设计并未设置河道护栏,这虽然提升了亲水性,但也可能带来安全隐患,尤其是在人流密集的城市区域,增加了意外发生的风险。

综上所述,黄浦江生态护岸的使用在恢复河流生态功能和美化景观方面具有明显的优势。然而,也需要注意到其可能带来的水土流失问题、堤防损坏、管理难度增加以及在城市中的局限性和限制性。因此,在实际应用中需要综合考虑各种因素,制定科学合理的护岸设计方案和管理措施。

4 黄浦江堤防挑战与展望

4.1 挑战

技术复杂性:黄浦江堤防设计既需考虑护岸的安全性和稳定性,如潮汐对护坡结构的侵蚀风险,同时需要兼顾生态可持续发展,平衡护岸稳定性与生态渗透性是一个既矛盾又统一的系统,技术复杂。

长效维护机制:黄浦江建设生态护岸需要在植被养护、水质监测、堤防监测等方面持续投入,才能保证生态护岸功能的正常发挥。

生态护岸能更好地发挥河道的作用,不断为城市自然环境和生存环境提供水源,改善城市的小气候,使城市河流生态系统与周围环境协调统一,构成一个具有良好景观的生态系统^[6]。

4.2 未来展望

生态护岸作为兼顾生态效益与人类需求的重要工程,未来必将在技术、管理和社会参与等多个维度实现创新与突破。以下是两个关键发展方向。

4.2.1 智能化监测

随着科技的进步,生态护岸将逐步引入智能化监测系统,通过传感器、GIS(地理信息系统)和物联网技术,实现对护岸稳定性、生态指标及环境变化的实时监控。

优势:

提高监测效率,降低人工成本。

实现精准化管理,优化护岸维护策略。

为科学研究提供大量数据支持,推动护岸技术的持续改进。

4.2.2 公众参与机制

生态护岸的可持续发展离不开公众的参与和支持。未来将通过社区共建和公众教育,提升护岸维护的公众意识,形成全社会共同参与的护岸管理体系,其意义在于增强公众的环保意识和责任感,形成护岸保护的长期动力。

5 结语

黄浦江生态护岸改造是城市高质量发展的重要实践,需以系统思维统筹安全、生态与人文需求。广大水利工作者应在保证水利结构安全的同时更加积极参与到生态环境的保护中。相信在大家的参与下,未来会有更先进、更环保、更高效的生态护岸治理手段。

参考文献:

- [1] 高建.浅析水利工程建设中生态堤防设计[J].黑龙江水利科技,2017(4):3.
- [2] 林耀辉.小型水库输水涵洞除险加固设计[J].黑龙江水利科技,2013,41(8):146-147.
- [3] 田爱平.2021年台风“烟花”对黄浦江堤防影响分析及管理对策[J].中国市政工程,2021(6).
- [4] 马振文,朱军,于向东,等.生态护坡在城市河道防护中的应用[J].农业科技与装备,2011(4):3.
- [5] 徐敢生.生态护岸在河道整治中的应用与研究[J].科技论坛,2020.
- [6] 焦健.城市河道整治及景观生态的设计[J].现代园艺,2016(4):2.

作者简介:郭伟华(1987-),男,中国山西人,本科,高级工程师,从事水利研究。